

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

05.07.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 7 月 8 日

RECD 19 AUG 2004

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 1 9 3 5 1 2

[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 9 3 5 1 2]

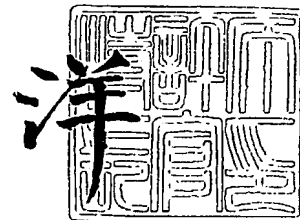
出 願 人
Applicant(s): エスアイアイ・ナノテクノロジー株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 8 月 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願

【整理番号】 03000374

【提出日】 平成15年 7月 8日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01J 37/31

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 セイコーインス
ツルメンツ株式会社内

【氏名】 藤井 利昭

【特許出願人】

【識別番号】 000002325

【氏名又は名称】 セイコーインスツルメンツ株式会社

【代表者】 茶山 幸彦

【代理人】

【識別番号】 100096378

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂上 正明

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008246

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0103799

【プルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄片試料作製方法および複合集束イオンビーム装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 試料表面に集束イオンビームを走査照射してエッチング加工することにより薄片部を形成し、該薄片部を取り出すことにより、薄片試料を作製する方法において、第一の集束イオンビームのエッチング加工によって薄片部を作製すると同時にまたは前記第一の集束イオンビーム照射を一時中断して、前記作製された薄片部の側壁に平行な方向に第二の集束イオンビームを走査照射して前記薄片の表面部分を顕微鏡観察し、前記薄片部の厚さを測定し、前記薄片部の厚さが所定の厚さになったことを確認して前記エッチング加工を終了することを特徴とする薄片試料作製方法。

【請求項 2】 試料表面に集束イオンビームを走査照射してエッチング加工することにより薄片部を形成し、該薄片部を取り出すことにより、薄片試料を作製する方法において、

第一の集束イオンビームを用いて第一の集束イオンビーム条件で薄片とすべき領域の両側をエッチング加工する第一の工程と、

前記第一の工程に続いて前記第一の集束イオンビームを用いて前記第一の集束イオンビーム条件と比較して低加速電圧かつ／または低ビーム電流である第二の集束イオンビーム条件で薄片とすべき領域の側壁をエッチング加工する第二の工程と、

前記薄片とすべき領域の側壁に平行な方向に第二の集束イオンビームを走査照射して前記薄片とすべき領域の表面部分を顕微鏡観察し、前記薄片とすべき領域の厚さを測定する第三の工程とからなり、

前記第二の工程と第三の工程を同時に行ない又は交互に繰り返しながら前記薄片とすべき領域の厚さを所定の厚さに形成することを特徴とする薄片試料作製方法。

【請求項 3】 前記薄片とすべき領域の第一の側壁に対し前記第二第三の工程を施し、第一の所望の厚さに形成にした後、前記薄片とすべき領域の第二の側壁に対して第二第三の工程を施して、前記所定の厚さに形成することを特徴とす

る請求項 2 記載の薄片試料作成方法。

【請求項 4】 前記第二の工程において、前記薄片とすべき領域の側壁をエッチング加工する時に、前記第一の集束イオンビームが該側壁にその傾斜を補正するように照射されるように前記試料を傾斜させることを特徴とする請求項 2 または 3 記載の薄片試料作製方法。

【請求項 5】 試料表面に集束イオンビームを走査照射してエッチング加工することにより薄片部を形成し、該薄片部を取り出すことにより、薄片試料を作製する方法において、

第一の集束イオンビームを用いて第一の集束イオンビーム条件で薄片とすべき領域の両側をエッチング加工する第一の工程と、

第二の集束イオンビームを前記薄片とすべき領域の側壁に平行な方向でかつ前記第一の集束イオンビームと異なる角度から走査照射して前記薄片とすべき領域の側壁をエッチング加工する第二の工程と、

前記第一の集束イオンビームを用いて、前記第一の集束イオンビーム条件と比較して加速電圧の低い第二の集束イオンビーム条件で走査照射して前記薄片とすべき領域の表面部分を顕微鏡観察し、前記薄片とすべき領域の厚さを測定する第三の工程とからなり、

前記第二の工程と第三の工程を同時に行ない又は交互に繰り返しながら前記薄片とすべき領域の厚さを所定の厚さに形成することを特徴とする薄片試料作製方法。

【請求項 6】 前記薄片とすべき領域の第一の側壁に対し前記第二第三の工程を施し、第一の所望の厚さに形成にした後、前記薄片とすべき領域の第二の側壁に対して第二第三の工程を施して、前記所定の厚さに形成することを特徴とする請求項 5 記載の薄片試料作成方法。

【請求項 7】 前記第二の工程において、前記薄片とすべき領域の側壁をエッチング加工する時に、前記側壁にその傾斜を補正するように前記試料を傾斜させて、前記第二の集束イオンビームを試料に照射することを特徴とする請求項 5 または 6 記載の薄片試料作製方法。

【請求項 8】 試料表面に集束イオンビームを走査照射してエッチング加工

することにより薄片部を形成し、該薄片部を取り出すことにより、薄片試料を作製する方法において、

第一の集束イオンビームの第一の集束イオンビーム条件で薄片とすべき領域の第一の側壁を露出させるための第一の被加工領域をスパッタリングエッチング加工すると同時に、第二の集束イオンビームの第一の集束イオンビーム条件で前記薄片とすべき領域の第二の側壁を露出させるための第二の被加工領域をスパッタリングエッチング加工する第一の工程と、

前記第一の集束イオンビームの第一の集束イオンビーム条件で前記第二の被加工領域をスパッタリングエッチング加工すると同時に、第二の集束イオンビームの第一の集束イオンビーム条件で前記第一の被加工領域をスパッタリングエッチング加工する第二の工程と、

前記第一の側壁にその傾斜を補正するように前記第一の集束イオンビームが入射するように試料を傾斜して、前記第一の集束イオンビームを用いて前記第一の集束イオンビーム条件より低加速電圧かつ／または低ビーム電流である第二の集束イオンビーム条件で前記第一の側壁をスパッタリングエッチング加工すると同時にまたは第一の集束イオンビーム照射を一次中断して、前記第二の集束イオンビームの第三の集束イオンビーム条件で走査照射して前記薄片の表面部分を顕微鏡観察し、前記薄片の厚さを測定して前記薄片の厚さが第一の所定の厚さになったことを確認して第一の集束イオンビームによるエッチング加工を終了する第三の工程と、

前記第二の側壁にその傾斜を補正するように前記第一の集束イオンビームが入射するように試料を傾斜して前記第一の集束イオンビームの前記第二の集束イオンビーム条件で前記第二の側壁をスパッタリングエッチング加工すると同時にまたは第一の集束イオンビーム照射を一時中断して、前記第二の集束イオンビームの前記第三の集束イオンビーム条件で走査照射して前記薄片の表面部分を顕微鏡観察し、前記薄片の厚さを測定して前記薄片の厚さが前記第一の所定の厚さより薄い第二の所定の厚さになったことを確認して第一の集束イオンビームによるエッチング加工を終了する第四の工程と、

からなることを特徴とする薄片試料作製方法。

【請求項 9】 前記請求項 1 から 6 のいずれかに記載の薄片試料作製方法において、前記薄片とすべき領域の側壁に不活性イオンビームを照射してスパッタリングエッチングする仕上げ工程を有し、前記不活性イオンビームによるスパッタリングエッチング加工後に前記薄片とすべき領域の厚さが所望の厚さになるようにすることを特徴とする薄片試料作製方法。

【請求項 10】 イオン源から発生したイオンビームを集束して試料表面に走査照射する第一の集束イオンビーム鏡筒と、イオン源から発生したイオンビームを集束して試料表面に走査照射する第二の集束イオンビーム鏡筒と、試料を載置して複数の駆動軸を持って三次元空間を移動させる試料ステージからなる複合集束イオンビーム装置において、

前記第一の集束イオンビーム鏡筒より照射された第一の集束イオンビームと、前記第二の集束イオンビーム鏡筒より照射された第二の集束イオンビームは、前記試料ステージ上に載置された試料表面の同一箇所に異なる角度で照射されるように配置され、前記試料ステージは、少なくとも前記第一の集束イオンビーム鏡筒と前記第二の集束イオンビーム鏡筒によって形成される第一の平面に対して直角に交差する第二の平面を基準として前記第一の平面に対する角度を変更可能に傾斜することを特徴とする複合集束イオンビーム装置。

【請求項 11】 イオン源から発生したイオンビームを集束して試料表面に走査照射する第一の集束イオンビーム鏡筒と、イオン源から発生したイオンビームを集束して試料表面に走査照射する第二の集束イオンビーム鏡筒と、不活性イオン源から発生した不活性イオンビームを集束して試料表面に走査照射する不活性イオンビーム鏡筒と、試料を載置して複数の駆動軸を持って三次元空間を移動させる試料ステージからなる複合集束イオンビーム装置において、

前記第一の集束イオンビーム鏡筒と、前記第二の集束イオンビーム鏡筒と、前記不活性イオンビーム鏡筒は同一平面上に配置され、

前記第一の集束イオンビーム鏡筒より照射された第一の集束イオンビームと、前記第二の集束イオンビーム鏡筒より照射された第二の集束イオンビーム、前記不活性イオンビーム鏡筒より照射された不活性イオンビームは、前記試料ステージ上に載置された試料表面の同一箇所に異なる角度で照射されるように配置され

、前記試料ステージは、少なくとも前記第一の集束イオンビーム鏡筒と前記第二の集束イオンビーム鏡筒と前記不活性イオンビーム鏡筒によって形成される第一の平面に対して直角に交差する第二の平面を基準として前記第一の平面に対する角度を変更可能に傾斜することを特徴とする複合集束イオンビーム装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

近年、半導体デバイスや表示デバイスなどの各種デバイスは、機能向上を実現するため、その構造は微細に、そして複雑になっている。特に、各デバイスを形成する素子や配線が数原子層レベルの薄膜を重ねた積層構造になっており、その構造を観察する需要は高い。そのため、試料表面所定箇所に集束イオンビームを用いて薄片を形成して取り出し、透過電子顕微鏡などの高分解能顕微鏡にて観察する手法が一般的になっている。

【0002】

本発明は、試料表面の所望の箇所に薄片を形成する際に、薄片の厚さを正確に制御し、さらに高速に加工することによって、高分解能顕微鏡観察が容易な試料作製を行なうことにより、各種デバイスの発展に寄与することを目的になされている。

【0003】

【従来の技術】

従来、集束イオンビーム照射系と電子ビーム照射系とからなる複合装置を用いて、集束イオンビームにて試料表面の所望箇所をスパッタリングエッチング加工して薄片試料を作製し、作製した薄片試料を取り出し、取り出した薄片試料を透過電子顕微鏡にて観察する方法が知られている（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

【特許文献1】

特開平4-76437号公報（第2頁）

【0005】

【特許文献2】

特開平 4 - 6 2 7 4 8 号公報 (第 2 頁)

【0 0 0 6】

【発明が解決しようとする課題】

デバイス製造技術の発展に伴い被観察物の構造が微細になっている。この微細構造を観察するため透過電子顕微鏡を利用するが、微細構造を高分解能顕微鏡観察するためには観察のための薄片試料作製を行う際に、集束イオンビーム (F I B) によるスパッタリングエッチング加工を行った際に薄片試料に残る損傷を最小限にすると同時に、薄片試料の形状確認を電子ビーム照射走査による走査電子顕微鏡 (S E M) 観察にて行なうことが示されている。

【0 0 0 7】

特許文献 2 に示されているように、薄片試料の厚さを均一にするためには、試料を傾斜しながら加工することが知られている。しかしながら、このような加工方法において、薄片の厚さを制御する方法は知られていない。

【0 0 0 8】

本発明は上記の問題点を解決し、薄片の厚さを正確に制御すると同時に短時間で薄片試料を作製することができることを目的とする。

【0 0 0 9】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本願発明においては、集束イオンビームを用いて試料表面をスパッタリングエッチング加工する方法において、形成した薄片の側壁に対して平行な方向から第二の集束イオンビームを走査照射して、薄片の厚さを測定し厚みを確認しながら薄片試料を作成するようにした。

【0 0 1 0】

さらに、複数の集束イオンビームを組み合わせ加工を行なうようにし、加工に要する時間を短縮するようにした。

【0 0 1 1】

また、ツインビーム装置 (FIB+FIB) やデュアルビーム装置 (FIB+SEM) を用い、そのステージのチルト方向を、試料ステージ面が各ビーム鏡筒を含む平面がとなす角が変更可能な方向にした。このことを図 4 を用いて説明する。

【0012】

通常は、図4（a）のように試料ステージ7は各ビーム鏡筒1、3を含む平面方向に傾斜するように構成されている。

【0013】

それに対して、本発明においては図4（b）に示すように少なくとも90度異なる軸に対して傾斜する構成となっている。このことにより第一の荷電粒子ビームで側壁の傾斜角を補正して加工できると同時に、あるいはすぐさま第二の荷電粒子ビームで薄片試料の厚みを測定することができる。あるいは、さらに上記両方向に傾斜することも含む。すなわち、ツインビーム装置またはデュアルビーム装置に、傾斜軸を2つ持つデュアルチルト構成となっている。

【0014】

すなわち、本願発明においては、まず第一に、試料表面に集束イオンビームを走査照射してエッチング加工することにより薄片部を形成し、該薄片部を取り出すことにより、薄片試料を作製する方法において、第一の集束イオンビームのエッチング加工によって薄片部を作製すると同時にまたは前記第一の集束イオンビーム照射を一時中断して、前記作製された薄片部の側壁に平行な方向に第二の集束イオンビームを走査照射して前記薄片の表面部分を顕微鏡観察し、前記薄片部の厚さを測定し、前記薄片部の厚さが所定の厚さになったことを確認して前記エッチング加工を終了することを特徴とする。

【0015】

第二に、試料表面に集束イオンビームを走査照射してエッチング加工することにより薄片部を形成し、該薄片部を取り出すことにより、薄片試料を作製する方法において、第一の集束イオンビームを用いて第一の集束イオンビーム条件で薄片とすべき領域の両側をエッチング加工する第一の工程と、前記第一の工程に続いて前記第一の集束イオンビームを用いて前記第一の集束イオンビーム条件と比較して低加速電圧かつ／または低ビーム電流である第二の集束イオンビーム条件で薄片とすべき領域の側壁をエッチング加工する第二の工程と、前記薄片とすべき領域の側壁に平行な方向に第二の集束イオンビームを走査照射して前記薄片とすべき領域の表面部分を顕微鏡観察し、前記薄片とすべき領域の厚さを測定する

第三の工程とからなり、前記第二の工程と第三の工程を同時に行ない又は交互に繰り返しながら前記薄片とすべき領域の厚さを所定の厚さに形成することを特徴とする。

【0016】

第三に、本願発明による薄片試料を作製する方法は、前記薄片とすべき領域の第一の側壁に対し前記第二第三の工程を施し、第一の所望の厚さに形成にした後、前記薄片とすべき領域の第二の側壁に対して第二第三の工程を施して、前記所定の厚さに形成することを特徴とする。

【0017】

第四に、前記第二の工程において、前記薄片とすべき領域の側壁をエッチング加工する時に、前記第一の集束イオンビームが該側壁にその傾斜を補正するように照射されるように前記試料を傾斜させて、集束イオンビームを走査照射させることを特徴とする。

【0018】

第五に、試料表面に集束イオンビームを走査照射してエッチング加工することにより薄片部を形成し、該薄片部を取り出すことにより、薄片試料を作製する方法において、第一の集束イオンビームを用いて第一の集束イオンビーム条件で薄片とすべき領域の両側をエッチング加工する第一の工程と、第二の集束イオンビームを前記薄片とすべき領域の側壁に平行な方向でかつ前記第一の集束イオンビームと異なる角度から走査照射して前記薄片とすべき領域の側壁をエッチング加工する第二の工程と、前記第一の集束イオンビームを用いて、前記第一の集束イオンビーム条件と比較して加速電圧の低い第二の集束イオンビーム条件で走査照射して前記薄片とすべき領域の表面部分を顕微鏡観察し、前記薄片とすべき領域の厚さを測定する第三の工程とからなり、前記第二の工程と第三の工程を同時に行ない又は交互に繰り返しながら前記薄片とすべき領域の厚さを所定の厚さに形成することを特徴とする。

【0019】

第六に、試料表面に集束イオンビームを走査照射してエッチング加工することにより薄片部を形成し、該薄片部を取り出すことにより、薄片試料を作製する方

法において、第一の集束イオンビームの第一の集束イオンビーム条件で薄片とすべき領域の第一の側壁を露出させるための第一の被加工領域をスパッタリングエッチング加工すると同時に、第二の集束イオンビームの第一の集束イオンビーム条件で前記薄片とすべき領域の第二の側壁を露出させるための第二の被加工領域をスパッタリングエッチング加工する第一の工程と、前記第一の集束イオンビームの第一の集束イオンビーム条件で前記第二の被加工領域をスパッタリングエッチング加工すると同時に、第二の集束イオンビームの第一の集束イオンビーム条件で前記第一の被加工領域をスパッタリングエッチング加工する第二の工程と、

前記第一の側壁にその傾斜を補正するように前記第一の集束イオンビームが入射するように試料を傾斜して、前記第一の集束イオンビームを用いて前記第一の集束イオンビーム条件より低加速電圧かつ／または低ビーム電流である第二の集束イオンビーム条件で前記第一の側壁をスパッタリングエッチング加工すると同時にまたは第一の集束イオンビーム照射を一次中断して、前記第二の集束イオンビームの第三の集束イオンビーム条件で走査照射して前記薄片の表面部分を顕微鏡観察し、前記薄片の厚さを測定して前記薄片の厚さが第一の所定の厚さになったことを確認して第一の集束イオンビームによるエッチング加工を終了する第三の工程と、前記第二の側壁にその傾斜を補正するように前記第一の集束イオンビームが入射するように試料を傾斜して前記第一の集束イオンビームの前記第二の集束イオンビーム条件で前記第二の側壁をスパッタリングエッチング加工すると同時にまたは第一の集束イオンビーム照射を一時中断して、前記第二の集束イオンビームの前記第三の集束イオンビーム条件で走査照射して前記薄片の表面部分を顕微鏡観察し、前記薄片の厚さを測定して前記薄片の厚さが前記第一の所定の厚さより薄い第二の所定の厚さになったことを確認して第一の集束イオンビームによるエッチング加工を終了する第四の工程と、からなることを特徴とする。

【0020】

第七に、前記薄片とすべき領域の側壁に不活性イオンビームを照射してスパッタリングエッチングする仕上げ工程を有し、前記不活性イオンビームによるスパッタリングエッチング加工後に前記薄片とすべき領域の厚さが所望の厚さになるようにすることを特徴とする。

【0021】

第八に、本願発明における複合集束イオンビーム装置においては、イオン源から発生したイオンビームを集束して試料表面に走査照射する第一の集束イオンビーム鏡筒と、イオン源から発生したイオンビームを集束して試料表面に走査照射する第二の集束イオンビーム鏡筒と、試料を載置して複数の駆動軸を持って三次元空間を移動させる試料ステージからなる複合集束イオンビーム装置において、前記第一の集束イオンビーム鏡筒より照射された第一の集束イオンビームと、前記第二の集束イオンビーム鏡筒より照射された第二の集束イオンビームは、前記試料ステージ上に載置された試料表面の同一箇所異なる角度で照射されるように配置され、前記試料ステージは、少なくとも前記第一の集束イオンビーム鏡筒と前記第二の集束イオンビーム鏡筒によって形成される第一の平面に対して直角に交差する第二の平面を基準として前記第一の平面に対する角度を変更可能に傾斜することを特徴とする。

【0022】

第九に、本願発明による複合集束イオンビーム装置においては、イオン源から発生したイオンビームを集束して試料表面に走査照射する第一の集束イオンビーム鏡筒と、イオン源から発生したイオンビームを集束して試料表面に走査照射する第二の集束イオンビーム鏡筒と、不活性イオン源から発生した不活性イオンビームを集束して試料表面に走査照射する不活性イオンビーム鏡筒と、試料を載置して複数の駆動軸を持って三次元空間を移動させる試料ステージからなる複合集束イオンビーム装置において、前記第一の集束イオンビーム鏡筒と、前記第二の集束イオンビーム鏡筒と、前記不活性イオンビーム鏡筒は同一平面上に配置され、

前記第一の集束イオンビーム鏡筒より照射された第一の集束イオンビームと、前記第二の集束イオンビーム鏡筒より照射された第二の集束イオンビーム、前記不活性イオンビーム鏡筒より照射された不活性イオンビームは、前記試料ステージ上に載置された試料表面の同一箇所異なる角度で照射されるように配置され、前記試料ステージは、少なくとも前記第一の集束イオンビーム鏡筒と前記第二の集束イオンビーム鏡筒と前記不活性イオンビーム鏡筒によって形成される第一

の平面に対して直角に交差する第二の平面を基準として前記第一の平面に対する角度を変更可能に傾斜することを特徴とする。

【0023】

【発明の実施の形態】

本発明の装置の一実施例を図1に示して説明する。

【0024】

液体金属イオン源から発生するイオンを集束イオン光学系で集束し、試料表面に焦点を合せて走査照射する第一の集束イオンビーム鏡筒1と、液体金属イオン源から発生するイオンを集束イオン光学系で集束し、試料表面に焦点を合せて走査照射する第二の集束イオンビーム鏡筒2と、アルゴンなどの不活性イオンビームを発生して試料に照射する不活性イオンビーム鏡筒3が試料室4に取り付けられている。試料室内は、真空ポンプ5によって真空排気され、高真空状態を保持している。試料室4の内側には、試料6を載置して移動する試料ステージ7が設置されている。

【0025】

第一の集束イオンビーム鏡筒1と、第二の集束イオンビーム鏡筒2と、不活性イオンビーム鏡筒3は、同一平面上に配置されている。そして、第一の集束イオンビーム鏡筒1から発射される第一の集束イオンビームと、第二の集束イオンビーム鏡筒2から発射される第二の集束イオンビームと、不活性イオンビーム鏡筒3から発射される不活性イオンビームは、試料ステージ7に載置された試料6の表面一箇所で交差するように調整されている。このとき、第一の集束イオンビーム鏡筒1、第二の集束イオンビーム鏡筒2、不活性イオンビーム鏡筒3の配置は、入れ替えても良い。

【0026】

試料ステージ7は、複数の駆動軸を持っていて、試料6を載置して三次元空間を移動可能となっているが、図2に示すように、第一の集束イオンビーム鏡筒1、第二の集束イオンビーム鏡筒2、不活性イオンビーム鏡筒3を含む第一の平面8に対して直交する第二の平面9を基準とし、その交差角度が変更可能な構造になっている。その交差角度の変更可能範囲は、少なくとも±1度あれば良い。こ

れは、試料の側壁を試料表面に対して垂直に立てるために設けられる傾斜角度である。実験的にこの程度の角度より傾斜することができれば、目的を達成できる。すなわち、試料の側壁面の傾斜を補正することができる。

【0027】

第一の集束イオンビーム鏡筒1から発射されて試料表面を走査照射される第一の集束イオンビームは、試料6の表面の被加工領域をスパッタリングエッチング加工する。同時にまたは第一の集束イオンビームを停止して、第二の集束イオンビーム鏡筒2から発射されて試料表面を走査照射される第二の集束イオンビームは、試料6の表面の被加工領域を含む領域に走査照射される。そして、試料6表面から発生する電子などの二次荷電粒子を図1には図示されていない二次荷電粒子検出器にて検出し、同じく図示されていない装置制御システムにて走査電子顕微鏡像となる。また、第一の集束イオンビーム鏡筒1と第二の集束イオンビーム鏡筒2の役割は入れ替えることもできる。さらに、第一の集束イオンビーム鏡筒1と第二の集束イオンビーム鏡筒2は試料表面の同一箇所または異なった場所を同じスパッタリングエッチング加工することもできる。

【0028】

本装置を用いて薄片試料を作製する場合、一方の集束イオンビームにてスパッタリングエッチング加工している状態を他方の集束イオンビーム走査照射による走査イオン顕微鏡像で観察し、薄片の厚さが設定された厚さになったところで、装置制御システムは第一及び第二の集束イオンビームの試料への照射を終了する。

【0029】

また、集束イオンビームにて薄片を所定の厚さに加工した後に、不活性イオンビーム鏡筒3から発射される不活性イオンビームを試料6表面の薄片周辺に照射してスパッタリングエッチング加工を行うのと同時に、第一または第二いずれか一つの集束イオンビームを走査照射して薄膜周辺を走査イオン顕微鏡像で観察し、薄片の厚さが設定された厚さになったところで、装置制御システムは集束イオンビーム及び不活性イオンビームの試料への照射を終了する。

【0030】

図3に本発明による方法一実施例を説明する。

【0031】

図3aに示すように、試料表面の薄片として残す領域11の両側に、加工枠12aおよび12bを設定する。

そして、加工枠12aを第一の集束イオンビーム101でスパッタリングエッチング加工すると同時に加工枠12bを第二の集束イオンビーム102でスパッタリングエッチング加工する。

続いて、図示されていないが、加工枠12bを第一の集束イオンビームで、加工枠12aを第二の集束イオンビームでスパッタリングエッチング加工する。

このとき、第一の集束イオンビームと第二の集束イオンビームは試料表面に対して直交する平面上にあり、試料表面の同一箇所に異なる角度で入射する位置に配置されている。そして、いずれも加速電圧が高く、エッチング速度の速い第一の集束イオンビーム条件にてスパッタリングエッチング加工を行う。

その結果、薄片として残す領域11を含んだ領域の両側がエッチング加工される。

【0032】

続いて、図3bに示すように、薄片として残す領域11の一方の側壁側に加工枠13を設定する。そして、試料を傾斜させて、第一の集束イオンビーム条件と比較してビーム径の小さい第二の集束イオンビーム条件にて第一の集束イオンビーム101を走査照射してスパッタリングエッチング加工を行う。傾斜角度は、薄片の側壁が試料表面に対して垂直になるように設定するものとする。このとき第一の集束イオンビームを照射しながら、または第一の集束イオンビームを停止して、第二の集束イオンビームを第三の集束イオンビーム条件にて走査照射して、薄片の表面を走査イオン顕微鏡観察する。そして、薄片の厚さが所定の厚さになったところで、第一及び第二の集束イオンビームの照射を終了する。

【0033】

続いて、図3cに示すように、薄片として残す領域11のもう一方の側壁側に加工枠14を設定する。そして、試料を傾斜させて、第二の集束イオンビーム条件にて第一の集束イオンビーム101を走査照射してスパッタリングエッチング

加工を行う。このときの傾斜角度は他方の傾斜と同じ条件で決定する。図 3 b の工程と同様に、第三の集束イオンビーム条件で第二の集束イオンビームを走査照射して、薄片の表面を走査イオン顕微鏡観察する。そして、薄片の厚さが所定の厚さになったところで、第一及び第二の集束イオンビームの照射を終了する。

【0034】

そして、ここで、薄片の周囲を第一乃至第二の集束イオンビームによるスパッタエッチング加工にて加工して、薄片を試料から切り離しても良い。

【0035】

薄片に残る集束イオンビームによるスパッタリングエッチング加工による損傷が、透過電子顕微鏡による観察に影響する場合、第二の集束イオンビーム条件において、加速電圧を 10 kV 以下の低い電圧に設定して行なっても良い。

【0036】

また、図 3 d に示すように、試料を水平に戻し、薄片を含む領域 15 に不活性イオンビームを照射する。そして、薄片周辺をスパッタリングエッチング加工しても良い。そのとき、薄片周辺に第一乃至第二の集束イオンビームを第三の集束イオンビーム条件で走査照射して、薄片の表面を走査イオン顕微鏡観察し、薄片の厚さが所定の厚さになったところで、集束イオンビーム及び不活性イオンビームの照射を終了する。

【0037】

その後、上述したのと同様に、薄片の周囲を集束イオンビームによるスパッタリングエッチング加工にて加工して、薄片を試料から切り離す。

【0038】

【発明の効果】

本発明により、試料表面に薄片を形成する際に、その薄片の厚さを正確に制御すると同時に短時間で薄片試料を作製することができる。また、実施例などで説明してないが、薄片の側壁に対して平行な方向から集束イオンビームを走査照射して薄片の厚さを観察していることから、薄片の上部のみならず、下部に至るまでの厚さの均一性も確認することができるという効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明による集束イオンビーム複合装置の一構成例である。

【図 2】

本発明による集束イオンビーム複合装置に用いられる試料ステージの動作に関する説明図である。

【図 3】

本発明による方法の一実施例である。

【図 4】

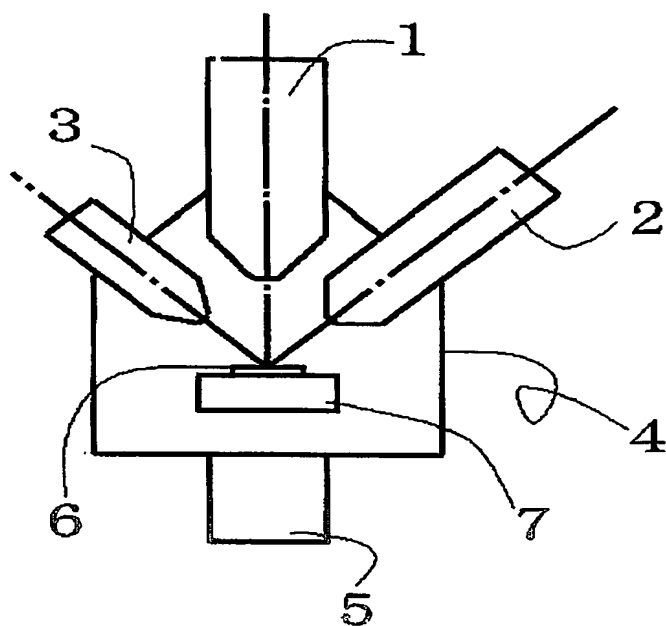
試料ステージのチルト方向を示す説明図で、（a）は正面図、（b）はその側面図である。

【符号の説明】

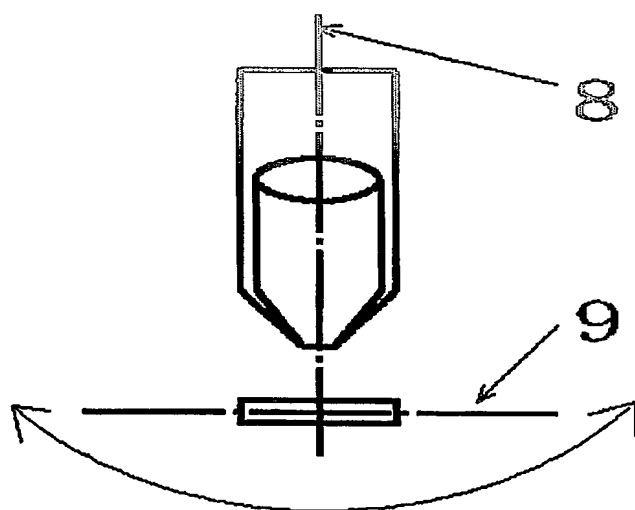
- 1 … 第一の集束イオンビーム鏡筒
- 2 … 第二の集束イオンビーム鏡筒
- 3 … 不活性イオンビーム鏡筒
- 4 … 試料室
- 5 … 真空ポンプ
- 6 … 試料
- 7 … 試料ステージ
- 11 … 薄片を残す領域
- 12～15 … 被加工領域

【書類名】 図面

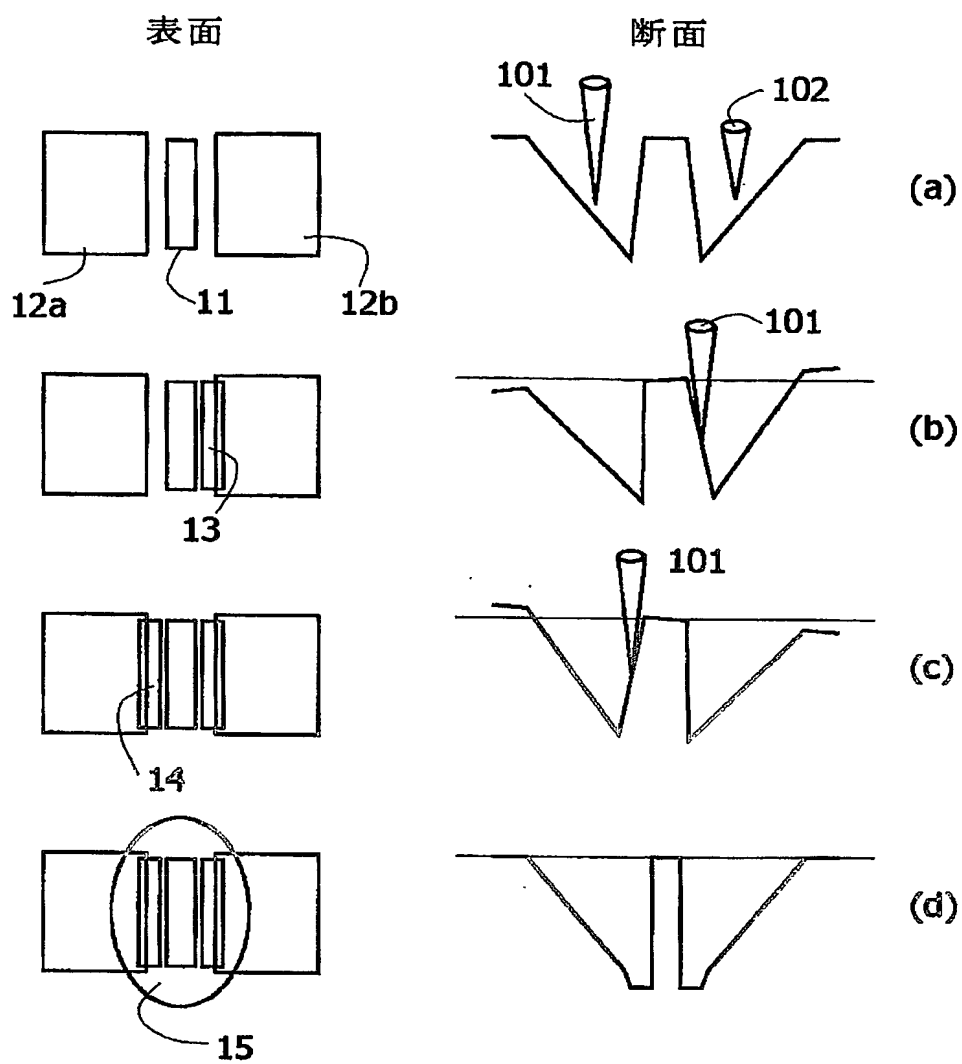
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 微細化の進んだ製造プロセスで製作されたデバイスの構造観察には、透過電子顕微鏡による高分解能観察が不可欠となっているが、最新の微細デバイス構造を観察するためには、透過電子顕微鏡観察のために作製する薄片試料の厚さを薄く、そして均一にしなければならないが、有効な手段がないという課題があった。

【解決手段】 第一の集束イオンビーム 1 0 1 のスパッタリングエッチング加工を行って薄片を作製すると同時に、薄片の側壁と平行な方向から第二の集束イオンビーム 1 0 2 の照射を行って走査イオン顕微鏡観察をし、薄片の厚さを測定する。そして、薄片の厚さが所定の厚さになったことを確認して、集束イオンビームによる加工を終了する。

【選択図】 図 3

【書類名】 出願人名義変更届（一般承継）
【整理番号】 03000374
【提出日】 平成16年 5月26日
【あて先】 特許庁長官 殿
【事件の表示】
【出願番号】 特願2003-193512
【承継人】
【識別番号】 503460323
【氏名又は名称】 エスアイアイ・ナノテクノロジー株式会社
【代表者】 船本 宏幸
【承継人代理人】
【識別番号】 100079212
【弁理士】
【氏名又は名称】 松下 義治
【提出物件の目録】
【包括委任状番号】 0401441
【物件名】 承継人であることを証する書面 2
【援用の表示】 承継人であることを証する書面（承継証明書）は同日付提出の平成5年特許願第040318号の出願人名義変更届（手続補足書）に添付されたものを、登記簿謄本は平成16年1月20日付提出の平成10年074663号の出願人名義変更届（手続補足書）に添付のものを援用致します。



特願 2 0 0 3 - 1 9 3 5 1 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 2 3 2 5]

1. 変更年月日	1 9 9 7 年 7 月 2 3 日
[変更理由]	名称変更
住 所	千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地
氏 名	セイコーインスツルメンツ株式会社

特願 2 0 0 3 - 1 9 3 5 1 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [5 0 3 4 6 0 3 2 3]

1. 変更新月日 2 0 0 3 年 1 2 月 1 5 日

[変更理由] 新規登録

住 所 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地

氏 名 エスアイアイ・ナノテクノロジー株式会社